

518065  
Rec'd CT/PTC 13 DEC 2004

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
24. Dezember 2003 (24.12.2003)

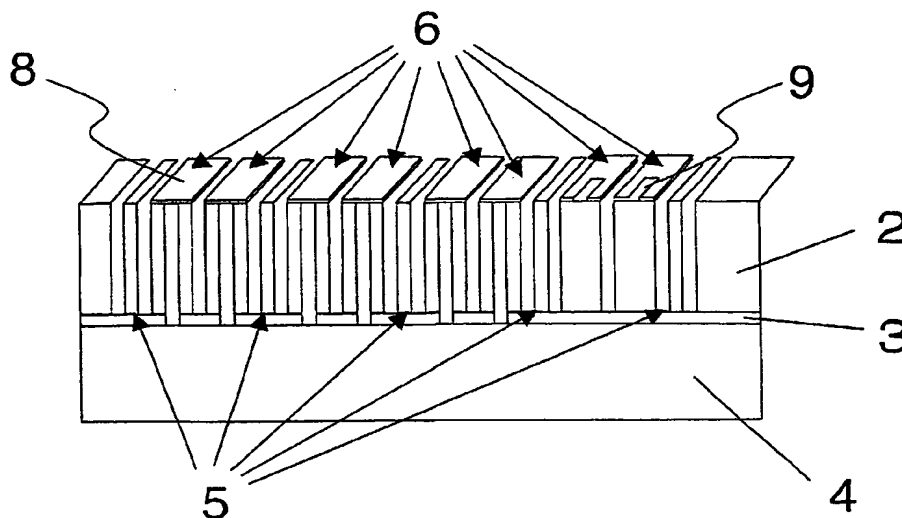
PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 03/106327 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: B81B 3/00, (72) Erfinder; und  
B81C 1/00 (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KRONMUELLER,  
Silvia [DE/DE]; Ludwigsburger Strasse 57, 71409  
Schwaikheim (DE). WILHELM, Ulf [DE/DE]; Scheibb-  
ser Str. 103, 71277 Rutesheim (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/04536
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
11. Dezember 2002 (11.12.2002) (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,  
IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
102 26 028.1 12. Juni 2002 (12.06.2002) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02  
20, 70442 Stuttgart (DE).
- Veröffentlicht:  
— mit internationalem Recherchenbericht
- Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-  
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-  
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der  
PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: COMPONENT AND METHOD FOR PRODUCING THE SAME

(54) Bezeichnung: BAUELEMENT UND VERFAHREN ZU DESSEN HERSTELLUNG



(57) Abstract: The invention relates to a concept for anchoring fixed structural elements and in particular for anchoring electrodes for components, whose component structure is configured in a silicon layer (2) by means of a substrate (4) that acts as a mount. Said concept is particularly suitable for components produced from SOI wafers. According to the invention, the fixed element (6) is connected mechanically to the substrate (4) by means of at least one anchoring element (7), consisting of an anchoring material, said element extending through the silicon layer (2). If an SOI wafer is used, the anchoring element (7) extends through the silicon layer (2) and the sacrificial layer (3) of said SOI wafer. To achieve this, at least one cavity is created in the silicon layer (2) in the vicinity of the fixed element (6), said cavity extending through the entire silicon layer (2) and the sacrificial layer (3) to the substrate (4). The cavity is then filled with an anchoring material in such a way that the fixed element (6) is mechanically connected to the substrate (4) by means of the anchoring element (7) thus produced.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 03/106327 A1



---

**(57) Zusammenfassung:** Es wird ein Konzept zur Verankerung von unbeweglichen Strukturelementen und insbesondere zur Elektrodenverankerung für Bauelemente vorgeschlagen, deren Bauelementstruktur in einer Siliziumschicht (2) über einem als Träger dienenden Substrat (4) ausgebildet ist. Dieses Konzept eignet sich besonders für Bauelemente, die aus SOI-Wafern hergestellt werden. Erfindungsgemäß wird das unbewegliche Element (6) über mindestens ein sich durch die Siliziumschicht (2) erstreckendes Verankerungselement (7) aus einem Verankerungsmaterial mechanisch mit dem Substrat (4) verbunden. Im Falle eines SOI-Wafers erstreckt sich das Verankerungselement (7) durch die Siliziumschicht (2) und die Opferschicht (3) des SOI-Wafers. Dazu wird im Bereich der Oberfläche des unbeweglichen Elements (6) mindestens eine Ausnehmung in der Siliziumschicht (2) erzeugt, die sich durch die gesamte Siliziumschicht (2) und die Opferschicht (3) bis zum Substrat (4) erstreckt. Die Ausnehmung wird dann mit einem Verankerungsmaterial verfüllt, so dass das unbewegliche Element (6) über das dabei entstehende Verankerungselement (7) mechanisch mit dem Substrat (4) verbunden wird.

5

## Bauelement und Verfahren zu dessen Herstellung

### Stand der Technik

10

15

Die Erfindung betrifft ein Bauelement, insbesondere ein Sensorelement, mit einem als Träger dienenden Substrat und einer Siliziumschicht, in der die Bauelementstruktur ausgebildet ist. Die Bauelementstruktur umfasst mindestens ein unbewegliches Element, insbesondere eine Elektrode. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Herstellen eines solchen Bauelements.

20

25

30

In der Praxis werden viele Bauelemente und insbesondere Sensorelemente mit beweglichen Strukturelementen aus sogenannten SOI(Silicon-on-Insulator)-Wafers hergestellt. Der Aufbau eines SOI-Wafers umfasst in der Regel eine monokristalline Siliziumschicht, die über eine Siliziumoxidschicht mit einem Siliziumsubstrat verbunden ist. Die Bauelementestruktur wird in der monokristallinen Siliziumschicht ausgebildet. Zum Freilegen von beweglichen Strukturelementen wird die Siliziumoxidschicht unter diesen Strukturelementen entfernt. Die Siliziumoxidschicht wird deshalb auch als Opferschicht bezeichnet. Das Entfernen der Opers-

schicht erfolgt üblicherweise in einem Ätzverfahren, bei dem in der Regel auch andere Teile der Bauelementestruktur unterätzt werden. Dies erweist sich in der Praxis insbesondere in Bezug auf unbewegliche Elemente der Bauelementestruktur, wie z.B. die Elektroden, als problematisch. Das unter den Elektroden befindliche Siliziumoxid wird nämlich beim Opferschichtätzen ebenfalls angegriffen. Bislang kann eine mechanische Verankerung der Elektroden zum Siliziumsubstrat nur gewährleistet werden, wenn die Elektroden gewisse Mindestabmessungen aufweisen, so dass sie beim Opferschichtätzen nicht vollständig unterätzt werden.

35

## Vorteile der Erfindung

Mit der vorliegenden Erfindung wird ein Konzept zur Verankerung von unbeweglichen Strukturelementen und insbesondere zur Elektrodenverankerung für Bauelemente vorgeschlagen, deren Bauelementstruktur in einer Siliziumschicht über einem als Träger dienenden Substrat ausgebildet ist. Dieses Konzept eignet sich besonders für Bauelemente, die aus SOI-Wafern hergestellt werden.

Erfindungsgemäß wird das unbewegliche Element der Bauelementstruktur über mindestens ein sich durch die Siliziumschicht erstreckendes Verankerungselement aus einem Verankerungsmaterial mechanisch mit dem Substrat verbunden. Im Falle eines SOI-Wafers erstreckt sich das Verankerungselement durch die Siliziumschicht und die Opferschicht des SOI-Wafers. Dazu wird im Bereich der Oberfläche des unbeweglichen Elements mindestens eine Ausnehmung in der Siliziumschicht erzeugt, die sich durch die gesamte Siliziumschicht und die Opferschicht bis zum Substrat erstreckt. Die Ausnehmung wird dann mit einem Verankerungsmaterial verfüllt, so dass das unbewegliche Element über das dabei entstehende Verankerungselement mechanisch mit dem Substrat verbunden wird.

Erfindungsgemäß ist erkannt worden, dass unbewegliche Elemente der Bauelementestruktur mit Hilfe von Verankerungselementen mechanisch mit dem Substrat verbunden werden können. Voraussetzungen für eine zuverlässige Verankerung sind dabei lediglich, dass das Verankerungsmaterial mechanisch hinreichend stabil ist und durch die bei der Herstellung des Bauelements eingesetzten Prozesse, wie z.B. das Opferschichtätzen, nicht wesentlich angegriffen wird. Das erfindungsgemäße Verankerungskonzept ermöglicht die Realisierung von kleinsten Bauelementestrukturen, die dennoch fest mit dem Substrat verbunden sind, und trägt daher zur Miniaturisierung von Bauelementen bei.

Grundsätzlich gibt es verschiedene Möglichkeiten für die Realisierung eines erfindungsgemäßen Bauelements und die Ausgestaltung und Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Herstellen eines solchen Bauelements.

Im Hinblick auf eine möglichst weitgehende Miniaturisierung des Bauelements und eine zuverlässige Verankerung erweist es sich als vorteilhaft, wenn das Verankerungselement im Wesentlichen mittig zur Oberfläche des unbeweglichen Elements angeordnet ist. Dazu müssen die Siliziumschicht und im Falle eines SOI-Wafers die Opferschicht entsprechend strukturiert werden.

Zum Strukturieren der Siliziumschicht bieten sich anisotrope Ätzverfahren, wie z.B. das Trenchen, an, da sich mit Hilfe von anisotropen Ätzverfahren einfach relativ tiefe aber schmale Ausnehmungen erzeugen lassen. Auf diese Weise kann der Platzbedarf für die Bauelementestruktur minimiert werden. Die Opferschicht kann einfach durch Fortsetzung des anisotropen Ätzvorgangs zur Strukturierung der Siliziumschicht entsprechend dieser strukturiert werden. Alternativ kann die Opferschicht aber auch durch isotropes Ätzen strukturiert werden, was sich insbesondere im Hinblick auf die Ausbildung des Verankerungselements als vorteilhaft erweist. Beim isotropen Ätzen der Opferschicht wird nämlich auch der Randbereich der Ausnehmung in der Siliziumschicht unterätzt. Beim anschließenden Verfüllen der sich über die Siliziumschicht und die Opferschicht erstreckenden Ausnehmung entsteht dann ein Verankerungselement, das sowohl aufgrund seiner Widerhakenstruktur als auch aufgrund der vergrößerten Verbindungsfläche zum Substrat eine besonders stabile Verankerung des unbeweglichen Elements gewährleistet.

In einer vorteilhaften Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Verankerungsmaterial auf der Siliziumschicht abgeschieden, nachdem die Siliziumschicht und die Opferschicht strukturiert worden sind. Dabei wächst das Verankerungsmaterial im Bereich der Ausnehmung auf dem Substrat auf, so dass die Ausnehmung verfüllt wird und ein Verankerungselement entsteht. Außerdem wird die Siliziumschicht mit Verankerungsmaterial beschichtet. Diese Beschichtung wird in der Regel zumindest teilweise wieder entfernt, wobei die Funktion der jeweils betroffenen Strukturelemente des Bauelements berücksichtigt wird.

Für ein Verankerungselement, das zur Verankerung einer Elektrode dient, wird vorteilhafter Weise ein elektrisch nicht leitendes Verankerungsmaterial gewählt, um einen Kurzschluss über das Substrat des Bauelements zu vermeiden. In die-

sem Zusammenhang haben sich Siliziumkarbid SiC und insbesondere siliziumreiches Siliziumnitrid SiN als Verankerungsmaterialien bewährt. Die voranstehend erwähnte Beschichtung aus Verankerungsmaterial kann sich entweder nur über einen Bereich der Elektrodenoberfläche um das Verankerungselement erstrecken  
5 oder auch im Wesentlichen über die gesamte Elektrodenoberfläche. In diesem Fall muss aber in der Beschichtung mindestens ein Kontaktloch für die Elektrode ausgebildet sein. Vorteilhafter Weise ist das Kontaktloch außerhalb des Bereichs des Verankerungselements angeordnet, so dass die mechanische Verankerung der Elektrode und deren elektrische Anbindung räumlich entkoppelt sind.

10 Bei einer besonders vorteilhaften Variante des erfindungsgemäßen Bauelements ist über der Bauelementestruktur eine Kappenmembran ausgebildet, über die die Elektroden der Bauelementestruktur elektrisch kontaktiert werden. Die Kappenmembran kann hier ebenfalls über die Verankerungselemente mechanisch mit  
15 dem Substrat verbunden werden.

## Zeichnungen

20 Wie bereits voranstehend ausführlich erörtert, gibt es verschiedene Möglichkeiten, die Lehre der vorliegenden Erfindung in vorteilhafter Weise auszugestalten und weiterzubilden. Dazu wird einerseits auf die den unabhängigen Patentansprüchen nachgeordneten Patentansprüche und andererseits auf die nachfolgende Beschreibung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Zeichnungen  
25 verwiesen.

Fig. 1 zeigt die perspektivische Darstellung einer erfindungsgemäßen Sensorstruktur mit beweglichen und unbeweglichen Elementen,

30 Fig. 2 zeigt einen Schnitt durch die in Fig. 1 dargestellte Sensorstruktur nach Aufbringen einer zweiten Opferschicht zum Erzeugen einer Kappenmembran,

Fig. 3 zeigt die in Fig. 2 dargestellte Sensorstruktur nach Strukturierung der zweiten Opferschicht,

Fig. 4 zeigt die in Fig. 3 dargestellte Sensorstruktur nach Aufbringen und  
5 Strukturierung einer Membranschicht.

Fig. 5 zeigt die in Fig. 4 dargestellte Sensorstruktur nach dem Entfernen der zweiten Opferschicht.

#### 10 Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Bei dem in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Bauelement handelt es sich um ein Sensorelement 1 zum Erfassen von  
15 Beschleunigungen.

Das Sensorelement 1 ist aus einem SOI-Wafer hergestellt, der eine monokristalline Siliziumschicht 2 umfasst, die über eine Opferschicht 3 mit einem Substrat 4, hier einem Siliziumsubstrat, verbunden ist. Als Opferschicht 3 dient hier eine Siliziumoxidschicht. Die Sensorstruktur ist in der monokristallinen Siliziumschicht 2  
20 ausgebildet und umfasst bewegliche Elemente 5, auf die eine Beschleunigung einwirken kann. Die Auslenkungen der beweglichen Elemente 5 aus ihrer Ruhelage werden mit Hilfe von Elektroden 6 erfasst, bei denen es sich um unbewegliche Elemente der Sensorstruktur handelt.

25 Erfindungsgemäß sind die Elektroden 6 jeweils über ein Verankerungselement 7 mechanisch mit dem Substrat 4 verbunden. Dazu sind die Verankerungselemente 7 jeweils im Wesentlichen mittig zur Elektrodenoberfläche angeordnet und erstrecken sich durch die gesamte Siliziumschicht 2 und durch die Opferschicht 3 bis  
30 zum Substrat 4. Die Verankerungselemente 7 sind aus einem elektrisch nicht leitenden Verankerungsmaterial gebildet. Im hier beschriebenen Ausführungsbeispiel wird siliziumreiches Siliziumnitrid SiN als Verankerungsmaterial verwendet, da es außerdem resistent gegen das HF-Dampfätzen der Opferschicht 3 ist und Verankerungselemente aus SiN mechanisch von hinreichender Stabilität sind.

Zum Erzeugen der in Fig. 1 dargestellten Sensorstruktur werden zunächst die Ausnehmungen für die Verankerungselemente 7 der Elektroden 6 in der Siliziumschicht 2 erzeugt. Dafür wurde hier ein anisotropes Ätzverfahren, wie z.B. das Trenchen, angewandt. Danach wird auch das Siliziumoxid im Bereich dieser Ausnehmungen entfernt. Im hier dargestellten Ausführungsbeispiel wurde dafür ebenfalls ein anisotropes Ätzverfahren angewandt, da die Randbereiche der Ausnehmungen in der Siliziumschicht 2 nicht unterätzt worden sind. An dieser Stelle sei angemerkt, dass die Opferschicht 3 im Bereich der Ausnehmungen auch in einem isotropen Ätzverfahren entfernt werden kann, so dass die Randbereiche der Ausnehmungen in der Siliziumschicht 2 unterätzt werden. Mit dieser Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens können dann Verankerungselemente erzeugt werden, die sich im Bereich der Opferschicht 3 bis unter die Siliziumschicht 2 erstrecken, also eine Widerhakenstruktur aufweisen.

Die Ausnehmungen, die sich dann durch die gesamte Siliziumschicht 2 und die Opferschicht 3 bis zum Substrat 4 hin erstrecken, werden nun mit dem Verankerungsmaterial verfüllt. Dazu wird SiN in einem Depositionsschritt auf der Siliziumschicht 2 abgeschieden, so dass es im Bereich der Ausnehmungen auf dem Substrat 4 aufwächst. Es muss so viel SiN abgeschieden werden, dass die Ausnehmungen anschließend verschlossen sind. Gleichzeitig wird die Siliziumschicht 2 mit Verankerungsmaterial beschichtet. Diese SiN-Beschichtung 8 wurde im hier dargestellten Ausführungsbeispiel so strukturiert, dass sie auf den Elektrodenoberflächen verbleibt. Das elektrisch isolierende SiN auf den Elektrodenoberflächen ermöglicht eine elektrisch isolierte mechanische Verbindung der Elektroden mit einer nachfolgend erzeugten Membranschicht, die eigentlich zur elektrischen Anbindung der Elektroden 6 des Sensorelements 1 dient. Um einen elektrischen Kontakt zwischen den Elektroden 6 und einem Anschluss in der Membranschicht zu ermöglichen, ist für jede Elektrode 6 ein Kontaktloch 9 in der jeweiligen SiN-Beschichtung 8 ausgebildet. Das Kontaktloch 9 wird nicht im Bereich des Verankerungselements 7 angeordnet, um die elektrische Kontaktierung und die mechanische Verankerung einer Elektrode 6 zu entkoppeln.



Nachdem die Verankerungselemente 7, wie voranstehend beschrieben, erzeugt worden sind, wird die funktionelle Sensorstruktur ebenfalls in einem anisotropen Ätzverfahren, beispielsweise durch Trenchen, in die Siliziumschicht 2 eingebracht. Dabei werden sowohl die beweglichen Elemente 5 als auch unbewegliche Elemente, wie die Elektroden 6, der Sensorstruktur definiert. In einem weiteren Verfahrensschritt, dem Opferschichtätzen, werden die beweglichen Elemente 5 freigelegt. Dabei wird die Opferschicht 3 nicht nur unter den beweglichen Elementen 5 entfernt, sondern es findet auch eine Unterätzung der Elektroden 6 statt. Da das Verankerungsmaterial aber resistent gegen das HF-Dampfätzen ist, mit dem die Siliziumoxidschicht 3 entfernt wird, bleiben die Elektroden 6 über die Verankerungselemente 7 mechanisch fest mit dem Substrat 4 verbunden.

Die elektrische Anbindung der Elektroden 6 eines Sensorelements 1, wie es in Fig. 1 dargestellt ist, kann über eine Dünnschichtmembran erfolgen, die die Sensorstruktur außerdem auch versiegelt. Alternativ zu einer derartigen Dünnschichtverpackung kann die elektrische Anbindung aber auch über eine sogenannte Kappenmembran realisiert werden, was nachfolgend anhand der Figuren 2 bis 4 näher erläutert werden soll.

Zum Erzeugen einer Kappenmembran wird auf die in Fig. 1 dargestellte Sensorstruktur eine zweite Opferschicht 11 aufgebracht, die im vorliegenden Fall ebenfalls aus Siliziumoxid gebildet ist. Die zweite Opferschicht 11 verschließt die Zwischenräume zwischen den einzelnen Elementen 5 und 6, so dass eine geschlossene Oberfläche entsteht, was in Fig. 2 dargestellt ist.

Anschließend wird die zweite Opferschicht 11 strukturiert, so dass überall dort Öffnungen 12 und 13 in der Opferschicht 11 entstehen, wo die Membranschicht direkt mit der Siliziumschicht 2 (Öffnungen 12) oder mit der SiN-Beschichtung 8 (Öffnungen 13) in Kontakt treten soll. In Fig. 3 sind dementsprechend im Bereich der Kontaktlöcher 9 Öffnungen 12 dargestellt und im Bereich der beschichteten Elektrodenoberflächen Öffnungen 13.

Über der strukturierten zweiten Opferschicht 11 wird dann eine Membranschicht 14, beispielsweise aus Poly-Silizium oder SiGe, erzeugt. Poly-Silizium kann nach

Aufbringen einer Startschicht einfach epitaktisch aufgewachsen werden. Danach wird die Membranschicht 14 strukturiert, was im Fall einer Poly-Siliziumschicht ebenfalls durch Trenchätzen erreicht werden kann. Bei dieser Strukturierung werden zum einen Öffnungen 15 für das Opferschichtätzen erzeugt, bei dem zumindest die zweite Opferschicht 11 und ggf. auch die erste Opferschicht 3 entfernt werden können. Zum anderen werden bei der Strukturierung der Membranschicht 14 Öffnungen 16 erzeugt, durch die die Kontaktdurchführungen zwischen der funktionellen Siliziumschicht 2 und der Membranschicht 14 im Bereich der Kontaktlöcher 9 von den übrigen Bereichen der Membranschicht 14 elektrisch isoliert werden. Diese Öffnungen 16 werden im folgenden als Isolationstrenchs bezeichnet. Das Sensorelement 1 mit der so strukturierten Membranschicht ist in Fig. 4 dargestellt.

Nun können die zweite Opferschicht 11 und, falls noch nicht erfolgt, auch die erste Opferschicht 3 wieder entfernt werden, um die beweglichen Elemente 5 der Sensorstruktur freizulegen. Dazu wird in der Regel HF-Dampfätzen eingesetzt. Wie bereits erwähnt, wird das Verankerungsmaterial SiN dadurch nicht angegriffen, so dass die Elektroden 6 über die Verankerungselemente 7 sowohl mit dem Substrat 4 als auch mit der Membranschicht 14 mechanisch fest verbunden bleiben. Fig. 5 zeigt das Sensorelement 1 mit einer so erzeugten Kappenmembran 14. Zum einen steht die Kappenmembran 14 über die Kontaktlöcher 9 in unmittelbarem Kontakt zu den Elektroden 6 und ermöglicht so deren elektrische Anbindung. Zum anderen ist die Kappenmembran 14 über die SiN-Beschichtung 8 der Elektrodenoberflächen und die Verankerungselemente 7 mechanisch an das Substrat 4 angebunden, so dass auch die Kappenmembran 14 verankert ist.

Eine über die Kappenmembran 14 elektrisch angebundenen Elektrode 6 muss durch einen Isolationstrench 16 von den übrigen Bereichen der Kappenmembran 14 getrennt sein, um die elektrische Separation der Elektrode 6 zu erreichen. Das Verankerungselement 7 verhindert, dass die Elektrode 6 über den Isolationstrench 16 und andere Perforationslöcher vollständig unterätzt wird und sich dadurch vom Substrat 4 löst. Durch Anordnung des Kontaktlochs 9 und des Verankerungselements 7 in unterschiedlichen Bereichen der Elektrode 6 werden die mechanische

Verankerung und die elektrische Anbindung räumlich entkoppelt, so dass durch den Isolationstrench keine Komplikationen zu erwarten sind.

Das erfindungsgemäße Konzept für Bauelemente, die aus SOI-Wafern hergestellt werden, ermöglicht die mechanische Verankerung von unbeweglichen Strukturelementen, wie z.B. Elektroden, mit dem Substrat. Dies wird durch Verankerungselemente erreicht, die in die unbeweglichen Strukturelemente eingebracht werden und aus einem gegen das Opferschichtätzen resistenten Material bestehen. Im Falle einer Elektrodenverankerung muss das Verankerungsmaterial außerdem elektrisch isolierend sein, um eine räumliche Trennung von Verankerung und elektrischer Kontaktierung zu ermöglichen. Als Verankerungsmaterialien haben sich siliziumreiches Nitrid oder SiC bewährt.

5

## Patentansprüche

1. Bauelement, insbesondere Sensorelement (1), mit einem als Träger dienenden Substrat (4) und einer Siliziumschicht (2), in der die Bauelementstruktur ausgebildet ist, wobei die Bauelementstruktur mindestens ein unbewegliches Element, insbesondere eine Elektrode (6), umfasst,  
dadurch gekennzeichnet, dass das unbewegliche Element (6) über mindestens ein sich durch die Siliziumschicht (2) erstreckendes Verankerungselement (7) aus einem Verankerungsmaterial mechanisch mit dem Substrat (4) verbunden ist.
2. Bauelement nach Anspruch 1, wobei die Siliziumschicht (2) über eine Opferschicht (3) mit dem Substrat (4) verbunden ist,  
dadurch gekennzeichnet, dass das unbewegliche Element (6) über mindestens ein sich durch die Siliziumschicht (2) und die Opferschicht (3) erstreckendes Verankerungselement (7) aus einem Verankerungsmaterial mechanisch mit dem Substrat (4) verbunden ist.
3. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Verankerungselement (7) im Wesentlichen mittig zur Oberfläche des unbeweglichen Elements (6) angeordnet ist.
4. Bauelement nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Verankerungselement eine Widerhakenstruktur aufweist, indem es sich im Bereich der Opferschicht bis unter die Siliziumschicht erstreckt.
5. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Verankerungselement (7) zur Verankerung einer Elektrode (6) dient, dadurch gekennzeichnet, dass das Verankerungsmaterial elektrisch nicht leitend ist.

35

6. Bauelement nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrodenoberfläche zumindest in einem Bereich um das Verankerungselement (7) eine Beschichtung (8) aus Verankerungsmaterial aufweist.

5 7. Bauelement nach Anspruch 6, wobei sich die Beschichtung (8) im Wesentlichen über die gesamte Elektrodenoberfläche erstreckt, dadurch gekennzeichnet, dass in der Beschichtung (8) mindestens eine Kontaktloch (9) für die Elektrode (6) ausgebildet ist und dass das Kontaktloch (9) außerhalb des Bereichs des Verankerungselements (7) angeordnet ist.

10

8. Bauelement nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass über der Bauelementestruktur eine Kappenmembran (14) ausgebildet ist, dass die mindestens eine Elektrode (6) über die Kappenmembran (14) elektrisch kontaktiert wird und dass die Kappenmembran (14) über das Verankerungselement (7) mechanisch mit dem Substrat (4) verbunden ist.

15

9. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass Siliziumnitrid SiN oder Siliziumkarbid SiC als Verankerungsmaterial dient.

20

10. Verfahren zum Herstellen eines Bauelements, insbesondere eines Sensorelements (1), nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem die Bauelementestruktur, die mindestens ein unbewegliches Element, insbesondere eine Elektrode (6), umfasst, in einer Siliziumschicht (2) erzeugt wird, wobei die Siliziumschicht (2) über eine erste Opferschicht (3) mit einem Substrat (4) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet,

25

- dass im Bereich der Oberfläche des unbeweglichen Elements (6) mindestens eine Ausnehmung in der Siliziumschicht (2) erzeugt wird, die sich durch die gesamte Siliziumschicht (2) und die erste Opferschicht (3) bis zum Substrat (4) erstreckt und
- dass die Ausnehmung mit einem Verankerungsmaterial verfüllt wird, so dass das unbewegliche Element (6) über das dabei entstehende Verankerungselement (7) mechanisch mit dem Substrat (4) verbunden wird.

30

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmung in der Siliziumschicht (2) in einem anisotropen Ätzverfahren, insbesondere durch Trenchen, erzeugt wird.

5 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Opferschicht (3) im Bereich der Ausnehmung in einem anisotropen Ätzverfahren, insbesondere durch Trenchen, entfernt wird.

10 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Opferschicht im Bereich der Ausnehmung in einem isotropen Ätzverfahren entfernt wird, wobei der Randbereich der Ausnehmung in der Siliziumschicht unterätzt wird.

15 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Verankerungsmaterial auf der Siliziumschicht (2) abgeschieden wird, so dass es im Bereich der Ausnehmung auf dem Substrat (4) aufwächst und die Ausnehmung verfüllt, und dass die dabei entstandene Beschichtung (8) der Siliziumschicht (2) mit Verankerungsmaterial zumindest teilweise wieder entfernt wird.

20 15. Verfahren zum Herstellen eines Bauelements mit einer Kappenmembran (14) nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet,

- 25 - dass über der in der Siliziumschicht (2) definierten Bauelementestruktur, in der bereits mindestens eine Elektrode (6) mit dem mindestens einen Verankerungselement (7) ausgebildet ist, eine zweite Opferschicht (11) mit einer geschlossenen Oberfläche erzeugt wird,
- dass die zweite Opferschicht (11) strukturiert wird, wobei die zweite Opferschicht (11) im Bereich des Verankerungselements (7) und im Bereich mindestens einer Kontaktstelle (9) an der Elektrodenoberfläche entfernt wird,
- 30 - dass über der strukturierten zweiten Opferschicht (11) eine Membranschicht (14) erzeugt wird,
- dass die Membranschicht (14) strukturiert wird, wobei Öffnungen (15) für das Entfernen der zweiten und ggf. auch der ersten Opferschicht (11, 3) erzeugt werden und Öffnungen (16), durch die die elektrische Anbindung der

- Elektrode (6) an die Membranschicht (14) von den übrigen Bereichen der Membranschicht (14) elektrisch isoliert wird, und
- dass zumindest die zweite Opferschicht (11) entfernt wird.

5 16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Membranschicht (14) aus Poly-Silizium oder aus SiGe erzeugt wird.

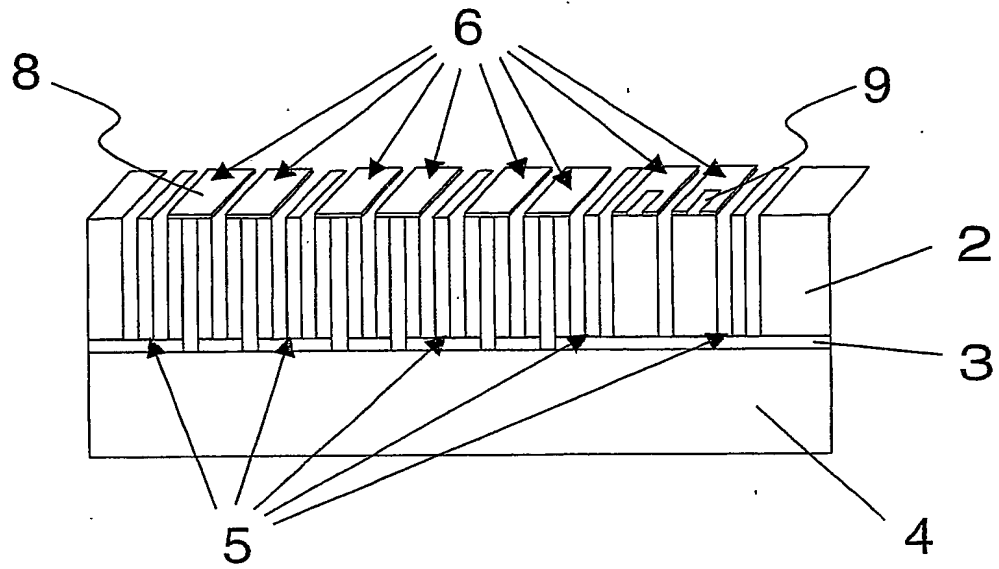
17. Verfahren nach Anspruch 15, wobei die Membranschicht aus Poly-Silizium epitaktisch aufgewachsen wird.

10

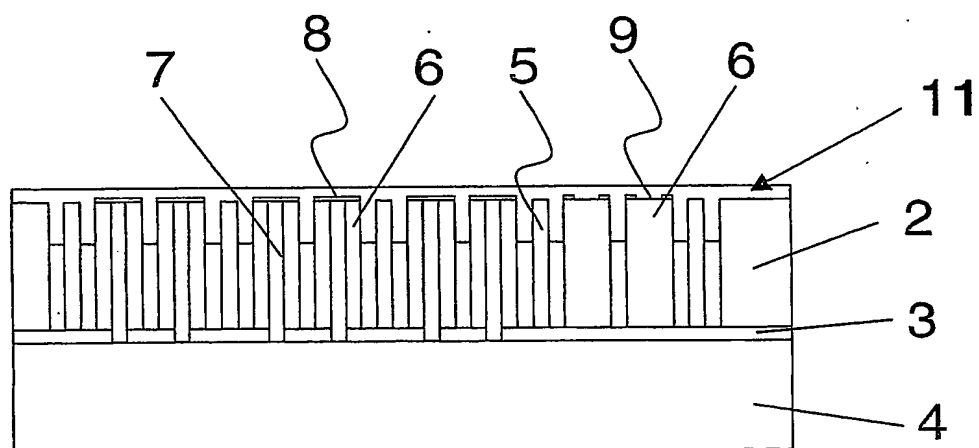
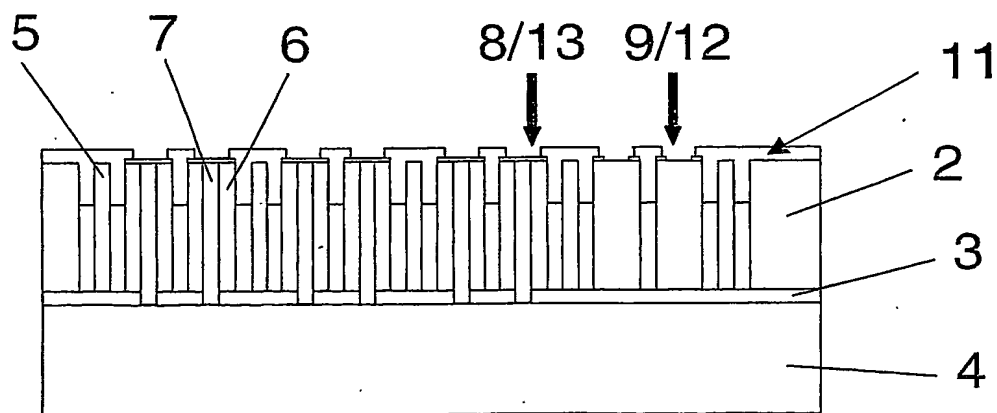
18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Membranschicht (14) durch Trenchätzen strukturiert wird.

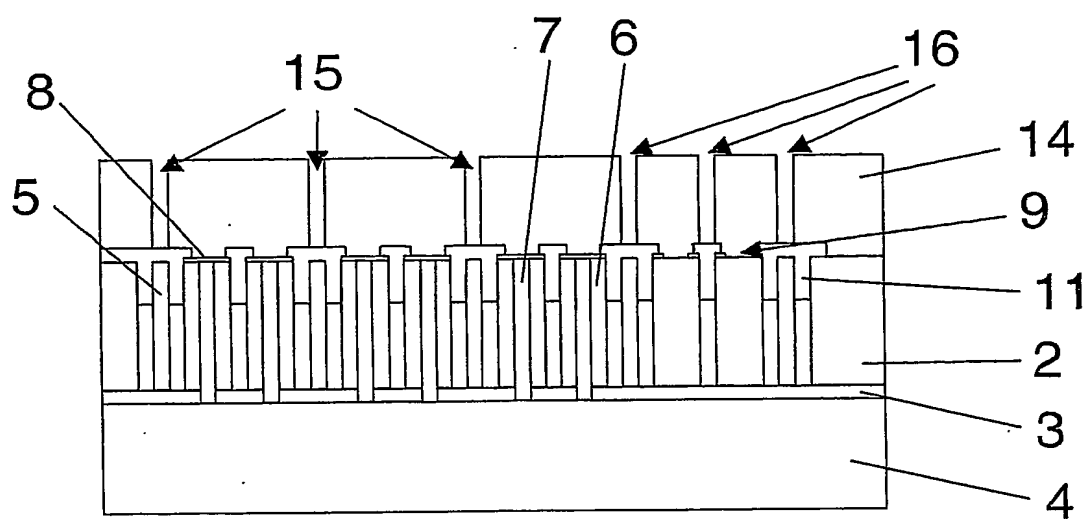
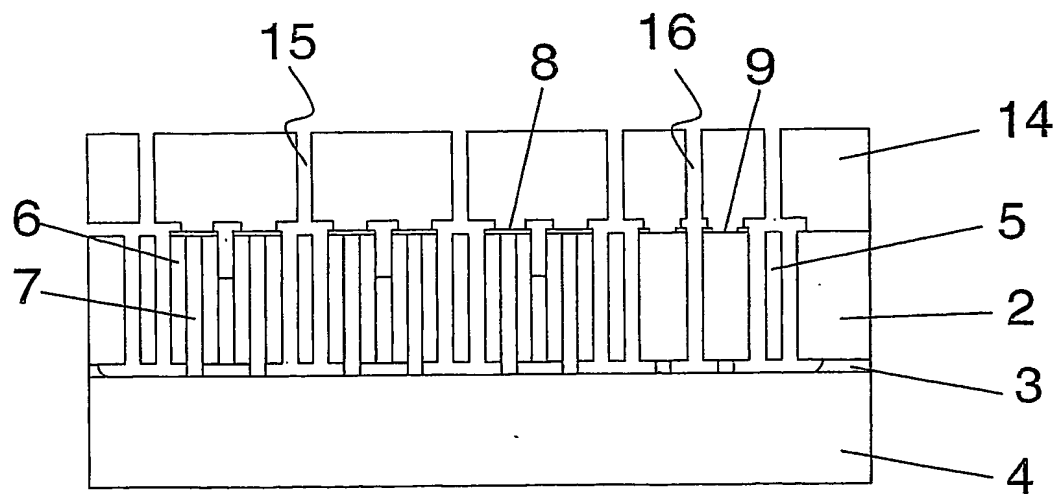
15

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Opferschicht (11) aus Siliziumoxid SiO erzeugt wird und dass die zweite Opferschicht (11) durch HF-Dampf-Ätzen entfernt wird.

**Fig. 1**



**Fig. 2****Fig. 3**

**Fig. 4****Fig. 5**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE 02/04536

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 B81B3/00 B81C1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 B81B B81C H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 01 77009 A (BOSCH GMBH ROBERT ; LUTZ MARKUS (US)) 18 October 2001 (2001-10-18) page 1, line 9 -page 2, line 8 page 3, line 3 -page 6, line 20 page 11, line 24 -page 12, line 15 ---	1-19
A	US 6 284 567 B1 (PARK KYU-YEON) 4 September 2001 (2001-09-04) page 1, line 55 -page 2, line 32 ---	1-19
A	US 5 780 885 A (DIEM BERNARD ET AL) 14 July 1998 (1998-07-14) column 3, line 62 -column 6, line 64 -----	1-19

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 April 2003

Date of mailing of the international search report

16.05.2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

FREDRIK WAHLIN/JA A

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No  
PCT/DE 02/04536

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0177009	A	18-10-2001	DE 10017422 A1	11-10-2001
			WO 0177009 A1	18-10-2001
			EP 1274648 A1	15-01-2003
-----				
US 6284567	B1	04-09-2001	KR 2001005462 A	15-01-2001
			DE 10006912 A1	04-01-2001
			JP 2001015768 A	19-01-2001
-----				
US 5780885	A	14-07-1998	FR 2700065 A1	01-07-1994
			DE 69318956 D1	09-07-1998
			DE 69318956 T2	17-12-1998
			EP 0605300 A1	06-07-1994
			JP 3226402 B2	05-11-2001
			JP 7098327 A	11-04-1995
			US 5576250 A	19-11-1996
-----				

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE 02/04536A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 B81B3/00 B81C1/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 B81B B81C H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 01 77009 A (BOSCH GMBH ROBERT ; LUTZ MARKUS (US)) 18. Oktober 2001 (2001-10-18) Seite 1, Zeile 9 -Seite 2, Zeile 8 Seite 3, Zeile 3 -Seite 6, Zeile 20 Seite 11, Zeile 24 -Seite 12, Zeile 15 ---	1-19
A	US 6 284 567 B1 (PARK KYU-YEON) 4. September 2001 (2001-09-04) Seite 1, Zeile 55 -Seite 2, Zeile 32 ---	1-19
A	US 5 780 885 A (DIEM BERNARD ET AL) 14. Juli 1998 (1998-07-14) Spalte 3, Zeile 62 -Spalte 6, Zeile 64 -----	1-19



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

7. April 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

16.05.2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

FREDRIK WAHLIN/JA A

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 02/04536

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0177009	A	18-10-2001	DE 10017422 A1 11-10-2001
			WO 0177009 A1 18-10-2001
			EP 1274648 A1 15-01-2003
US 6284567	B1	04-09-2001	KR 2001005462 A 15-01-2001
			DE 10006912 A1 04-01-2001
			JP 2001015768 A 19-01-2001
US 5780885	A	14-07-1998	FR 2700065 A1 01-07-1994
			DE 69318956 D1 09-07-1998
			DE 69318956 T2 17-12-1998
			EP 0605300 A1 06-07-1994
			JP 3226402 B2 05-11-2001
			JP 7098327 A 11-04-1995
			US 5576250 A 19-11-1996